



PATENT
0465-1147P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Sang Yeon KIM Conf.: UNKNOWN
Appl. No.: 10/769,802 Group: UNASSIGNED
Filed: February 3, 2004 Examiner: UNASSIGNED
For: IMAGE WARPING METHOD AND APPARATUS
THEREFORE

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

May 17, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
KOREA	10-2003-0006730	February 4, 2003

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
James T. Eller, Jr., #39,538

JTE/te
0465-1147P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

(Rev. 02/12/2004)

Applic no: 10/769,802
Filing date: 2/3/04
Inventor: Sang Yeon KIM
Docket NO: 0465-1147P
BSKB
703-205
8000



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0006730
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 02월 04일
Date of Application FEB 04, 2003

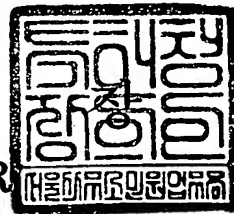
출원인 : 엘지전자 주식회사
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2004 년 03 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.02.04
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	영상 워핑 방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Image warping method and apparatus
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	김용인
【대리인코드】	9-1998-000022-1
【포괄위임등록번호】	2002-027000-4
【대리인】	
【성명】	심창섭
【대리인코드】	9-1998-000279-9
【포괄위임등록번호】	2002-027001-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김상연
【성명의 영문표기】	KIM, Sang Yeon
【주민등록번호】	681211-1150313
【우편번호】	435-040
【주소】	경기도 군포시 산본동 세종아파트 642동 303호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김용인 (인) 대리인 심창섭 (인)



1020030006730

출력 일자: 2004/3/17

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 13 면 13,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 9 항 397,000 원

【합계】 439,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 프로젝션 TV, 프로젝터, 모니터 등의 디스플레이 장치에서 광학적 또는 기계적 변형에 의한 화면의 왜곡을 보정하는 영상 워핑(image warping) 방법 및 장치에 관한 것으로서, 특히 역방향 매핑 방식을 사용하기 때문에 매핑되지 않는 화소 및 중복 매핑되는 화소가 발생되지 않으며, 또한 전역 변환 방식을 사용하기 때문에 적은 수의 파라미터로 전체 영상에 대한 불연속 없는 부드러운 공간 변환을 가능하게 한다. 그리고, 스캔라인 알고리즘을 사용함으로써, 하드웨어 구현 측면에서 단순화 및 비용 절감뿐 아니라 효율적인 메모리 접근을 가능하게 한다.

【대표도】

도 5

【색인어】

역방향 매핑, 전역 매핑, 스캔라인

【명세서】

【발명의 명칭】

영상 워핑 방법 및 장치{Image warping method and apparatus}

【도면의 간단한 설명】

도 1a, 도 1b는 영상 워핑 방법 중 전역 변환 방식과 지역 변환 방식을 도시한 도면

도 2는 영상 워핑 방법 중 순방향 매핑과 역방향 매핑 방식을 도시한 도면

도 3은 수평, 수직 분리 가능한 워핑 알고리즘을 도시한 구성 블록도

도 4a 내지 도 4h는 일반적인 디스플레이 장치에 존재하는 왜곡의 유형을 보인 도면

도 5는 본 발명에 따른 수평 워핑 처리 장치의 구성 블록도

도 6은 본 발명에 따른 수직 워핑 처리 장치의 구성 블록도

도 7은 본 발명에 따른 양선형 보간 방법을 도시한 도면

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

501, 502 : 보조 함수 산출부 503 : u 좌표 산출부

504, 602 : 어드레스 및 보간 계수 검출부

505, 603 : 메모리 506, 604 : 보간부

601 : v 좌표 산출부

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <13> 본 발명은 프로젝션 TV, 프로젝터, 모니터 등의 디스플레이 장치에서 광학적 또는 기계적 변형에 의한 화면의 왜곡을 보정하는 영상 워핑(image warping) 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <14> 상기 영상 워핑(image warping)은 프로젝션 TV, 프로젝터, 모니터 등의 디스플레이 장치에서 광학적 또는 기계적인 왜곡을 보정하기 위한 방법으로 공간적인 변형(spatial transformation)을 필요로 한다. 지금까지 많은 영상 워핑 방식이 제안되어 왔는데, 이들은 구분하는 기준에 따라 다음과 같이 분류될 수 있다.
- <15> . 변환 범위에 따른 분류 : 전역 변환 방식(global transformation method)과 지역 변환 방식(local transformation method)
- <16> . 변환 방향에 따른 분류 : 순방향 매핑 방식(forward mapping method)과 역방향 매핑 방식(backward mapping method)
- <17> . 분리 가능성(separability)에 따른 분류 : 분리 가능한 방식(separable method)과 분리 불가능한 방식(non-separable method)
- <18> 여기서, 상기 전역 변환 방식은 전역 파라미터(global parameter)로 표현되는 다항식(polynomial equation)으로 영상 내 모든 화소(pixel)의 공간 변환 위치가 정해지는 방식이다. 따라서 변환의 다양성은 떨어지는 반면 적은 수의 파라미터로 불연속없이 부드러운(smooth) 공간 변환 성능을 낼 수 있다. 이에 반하여 상기 지역 변환 방식은 영상의 각 지역(local area)

마다 다른 파라미터의 다항식을 이용하여 변환하는 방식이다. 따라서 지역의 경계 부분에서 불연속이 발생할 수 있기 때문에 후처리(post-processing) 과정을 필요로 하고, 또한 지역마다 다른 파라미터를 사용해야 하므로, 전역 변환 방식에 비하여 많은 수의 파라미터를 필요로 한다. 그러나 전역 변환 방식에 비하여 다양한 변환이 가능한 방식이다. 여기서 소스 영상(source image)의 좌표를 (u,v) , 타겟 영상(target image)의 좌표를 (x,y) 로 표현할 때, 도 1a, 도 1b는 전역 변환 방식과 지역 변환 방식을 비교하여 도시한 것이다.

<19> 한편, 도 2는 순방향 매핑과 역방향 매핑 방식을 비교하여 도시하고 있다. 상기 순방향 매핑 방식은 소스 영상의 좌표를 독립변수로 하고 타겟 영상(target image)의 좌표를 종속변수로 하는 변환 관계식 $((x,y) = (X(u,v), Y(u,v)))$ 으로 표현되고, 상기 역방향 매핑 방식은 타겟 영상의 좌표를 독립변수로 하고 소스 영상의 좌표를 종속변수로 하는 관계식 $((u,v) = (U(x,y), V(x,y)))$ 으로 나타난다. 여기서, 상기 순방향 매핑 방식은 소스 영상의 각 화소들을 타겟 영상으로 매핑하는 방식이기 때문에 타겟 영상의 화소들 중에는 매핑이 되지 않거나(hole이 발생), 중복 매핑(multiple mapping)되는 문제가 있다. 따라서 이를 보완하기 위해 필터링과 같은 후처리 과정이 요구된다. 이러한 이유로 역방향 매핑 방법이 많이 사용되고 있다.

<20> 또한, 상기 영상 워핑은 2차원 공간 좌표 변환 과정으로 일반적으로 수평, 수직 방향으로 분리할 수 없는(non-separable) 알고리즘이다.

<21> 그러나, 스캔라인 알고리즘(scanline algorithm)(Catmull, Edwind and Alvy Ray Smith, 3-D Transformations of Images in Scanline Order, Computer

Graphics, (SIGGRAPH'80 Proceedings), vol. 14, no. 3, pp.279-285, July 1980)을 이용하면 많은 2차원 변환 과정을 연속된 1차원 변환 과정으로 대체할 수 있다. 상기 스캔라인 알고리즘을 이용하여 연속된 1차원 변환 과정으로 분리할 수 있는 경우 이를 넓은 의미로 분리 가능(separable in wide sense)하다고 한다.

<22> 도 3은 수평, 수직 분리 가능한 워핑 알고리즘 즉, 상기 Catmull과 Smith가 제안한 스캔라인 알고리즘을 개략적으로 나타낸 구성 블록도로서, 수평 워핑 처리기(301)에서 수평 스캔 데이터를 입력받아 수평 방향으로 워핑을 수행하여 메모리(302)에 저장한다. 그리고, 수직 워핑 처리기(303)에서는 메모리(302)에 저장된 수평 워핑된 데이터를 수직 방향으로 스캔하면서 읽어와 수직 방향으로 워핑을 수행하여 최종적으로 수평, 수직 워핑된 데이터를 출력한다.

<23> 즉, 수평, 수직 분리 가능한 알고리즘의 경우 도 3과 같이 수평과 수직 방향으로 각각 스캔하면서 데이터를 처리하기 때문에 라인 메모리(line memory)가 필요 없고, 메모리로부터 데이터 접근이 용이하므로 효율적인 메모리 제어가 가능하다. 여기서 수평, 수직 워핑 처리 순서는 바뀔 수 있다. 즉, 상기 Catmull과 Smith는 순방향 매핑 함수의 스캔라인 알고리즘 제안하였다. 이를 간단히 설명하면 다음과 같다.

<24> 「Catmull과 Smith의 스캔라인 알고리즘」

<25> 상기 순방향 매핑에 의한 공간 변환은 다음의 수학식 1로 표현된다.

<26> 【수학식 1】 $[x,y] = T(u,v) = [X(u,v), Y(u,v)]$

<27> 여기서, T는 순방향 변환 함수를 나타내고, X,Y는 T를 각각 수평, 수직 좌표로 나누어 표시한 함수이다. 만일 $T(u,v)=F(u)G(v)$ 이면, 함수 T는 분리 가능하다고 한다. 여기서 F,G는

2-패스 함수(2-pass function)라고 한다. 이것은 첫번째 단계에서 F 함수를 처리하고, 두번째 단계에서 G 함수를 처리함으로써 공간 변환을 할 수 있기 때문이다.

<28> 그러나 일반적인 공간 변환 함수는 분리 가능하지 않다. 따라서 함수 F와 G는 (u,v) 의 함수가 된다. 즉, $T(u,v)=F(u,v)G(u,v)$ 이다.

<29> 상기 Catmull과 Smith는 분리 가능하지 않은 함수를 스캔라인 처리(scanline processing)하기 위한 2-패스 알고리즘을 제안하였다.

<30> 여기서, I_{src} , I_{int} , I_{tgt} 를 각각 소스영상, 중간영상, 타깃영상이라고 할 때 2-패스 알고리즘은 다음과 같이 3단계로 설명된다.

<31> 단계 1 : 소스 영상의 수직 좌표 v 를 상수로 가정하고 수평 스캔라인 함수(horizontal scanline function)를 다음과 같이 정의한다. $F_v(u)=X(u,v)$. 이 매핑 함수를 이용하여 수평 방향으로 다음의 수학적 식 2로 표현되는 좌표 변환을 수행하여 수평 워핑된 중간영상(intermediate image) I_{int} 을 만든다.

<32> 【수학적 식 2】 $I_{int}(x,v) = I_{int}(F_v(u), v) = I_{src}(u,v)$

<33> 즉, v 는 상수라 가정하여 그대로 두고, 소스 영상의 u 위치의 데이터를 중간 영상의 x 위치에 매핑한다.

<34> 단계 2 : 단계 1을 거쳐서 만들어진 중간 영상은 (x,v) 좌표로 표현된다. 이때, 수직 방향의 처리를 위해서는 (u,v) 좌표로 표현된 중간영상이 필요하므로 수학적 식 1의 $x=X(u,v)$ 의 식으로부터 x 를 상수로 놓고 u 에 대하여 풀면 보조함수(auxiliary function) $H_x(v)$ 가 유도된다. 즉, $u=H_x(v)$ 로서, v 형태로만 표현된다. 여기서 보조함수 $H_x(v)$ 는 닫힌 형태(closed form)로

표현되지 않는 경우가 많으며, 그런 경우에는 뉴턴-랩슨 반복법(Newton-Raphson iteration method)과 같은 수치 해석법(numerical method)으로 풀어야 한다.

<35> 단계 3: 보조함수를 이용하여 수직 스캔라인 함수(vertical scanline function)를 다음과 같이 정의한다. 즉, $G_x(v)=Y(H_x(v),v)$ 로서, v 만의 함수로 만들어진다. 따라서, 수직 방향으로 워핑을 수행할 수 있다. 즉, 상기 v 형태로만 표현된 매핑 함수 $G_x(v)=Y(H_x(v),v)$ 를 이용하여 중간 영상을 수직 방향으로 스캔하면서 다음의 수학적 식 3으로 표현되는 좌표 변환을 수행하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상(target image) I_{tgt} 을 만든다.

<36> 【수학적 식 3】 $I_{tgt}(x,y) = I_{tgt}(x,G_x(v)) = I_{int}(x,v)$

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<37> 이때, 상기 스캔라인 알고리즘의 구현상 가장 어려운 문제는 단계2의 보조함수를 구하는 일이다. 이는 일반적으로 닫힌 형태의 보조함수 표현식은 구할 수 없기 때문이다.

<38> 따라서, 미국 특허 U.S. 5,204,944(Geroge Wolberg, Terrance E. Boulton, Separable Image Warping Methods and Systems using Spatial Lookup Tables)에서는 지역 변환 방식과 순방향 변환 방식에 대하여 앞에서 설명한 스캔라인 알고리즘의 구현 방안을 제안하였다. 여기서 보조 함수를 구하는 문제를 해결하기 위하여 룩업 테이블(Lookup Table)을 사용하여 영상 데이터와 함께 입력 좌표도 동시에 리샘플링(resampling)하는 방식을 사용하였다.

<39> 그러나, 이 방법은 좌표를 리샘플링하기 위하여 추가로 많은 하드웨어가 소요된다. 또한, 앞에서 언급했듯이 순방향 변환 방식은 타깃 영상의 화소들 중에 매핑이 되지 않거나(hole이 발생), 중복 매핑(multiple mapping)되는 화소가 발생하는 문제점이 있으며, 이로 인

해 순방향 변환 방식은 별도의 후처리 과정이 필요하기 때문에 알고리즘의 복잡도가 증가하여 구현 비용이 증가하는 단점이 있다.

<40> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 역방향 변환 방식으로 스캔라인 알고리즘을 구현함으로써, 스캔라인 알고리즘을 단순화하고 구현 비용을 최소화하면서 프로젝션 TV, 프로젝터, 모니터 등의 디스플레이 장치에서 광학적 또는 기계적 변형에 의한 화면 왜곡을 보정하는 영상 워핑 방법 및 장치를 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<41> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 영상 워핑 방법은,

<42> (a) 소스 영상의 좌표를 (u,v) , 타깃 영상의 좌표를 (x,y) 로 표현할 때 역방향 매핑 함수 $v=V(x,y)$ 로부터 소스 영상의 좌표 v 를 상수로 놓고 타깃 영상의 좌표 y 에 대한 해를 구하여 보조 함수($y=H_v(x)$)를 유도하는 단계;

<43> (b) 상기 보조 함수($y=H_v(x)$)를 역방향 매핑 함수 $u=U(x,y)$ 에 적용하여 수평 워핑된 중간 영상을 만드는 단계; 그리고

<44> (c) 상기 수평 워핑된 중간 영상을 $v=V(x,y)$ 에 적용하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상을 만드는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<45> 상기 (b) 단계는 타깃 영상의 x 값과 폴리노미얼의 계수 $a_{00} \sim a_{21}$ 그리고, 상기 (a) 단계의 $y=H_v(x)$ 값을 입력받아 다음의 역방향 매핑

함수 ($u=U(x,y)=a_{00}+a_{01}y+a_{02}y^2+a_{10}x+a_{11}xy+a_{12}xy^2+a_{20}x^2+a_{21}x^2y$)에 적용하여 소스 영상의 좌표 u 를 구하는 단계와, 상기 단계의 좌표 u 의 데이터에 보간을 수행하여 수평 워핑된 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 을 만드는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

- <46> 상기 (c) 단계는 상기 $v=V(x,y)$ 를 상기 (b) 단계의 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 에 적용($I_{int}(x,V(x,y))$)하는 단계와, 타깃 영상의 x,y 값과 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 그리고, 상기 단계의 매핑 함수($I_{int}(x,V(x,y))$)를 다음의 역방향 매핑 함수($v=V(x,y)=b_{00}+b_{01}y+b_{02}y^2+b_{10}x+b_{11}xy+b_{12}xy^2+b_{20}x^2+b_{21}x^2y$)에 적용하여 소스 영상의 좌표 v 를 구하는 단계와, 상기 단계의 좌표 v 의 데이터에 보간을 수행하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상 $I_{tgt}(x,y)$ 을 만드는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <47> 본 발명에 따른 영상 워핑 장치는, 소스 영상의 좌표를 (u,v) , 타깃 영상의 좌표를 (x,y) 로 표현할 때 수평 스캔된 타깃 영상의 x 값과 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 를 입력받고, v 를 상수로 놓은 후 타깃 영상의 좌표 y 에 대한 해를 구하여 보조 함수($y=H_v(x)$)를 유도한 후 상기 보조 함수($y=H_v(x)$)를 역방향 매핑 함수 $u=U(x,y)$ 에 적용하여 수평 워핑된 중간 영상을 만드는 수평 워핑 처리부와, 상기 수평 워핑 처리부의 수평 워핑된 중간 영상을 저장하는 메모리와, 상기 메모리에 저장된 수평 워핑된 중간 영상을 수직방향으로 스캔한 후 역방향 매핑 함수 $v=V(x,y)$ 에 적용하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상을 만드는 수직 워핑 처리부를 포함하여 구성되는 특징으로 한다.
- <48> 상기 수평 워핑 처리부는 타깃 영상의 x 값과 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 를 입력받고, v 를 상수로 놓은 후 타깃 영상의 좌표 y 에 대한 해를 구하여 보조 함수($y=H_v(x)$)를 유도하는 보조 함수 산출부와, 상기 보조 함수($y=H_v(x)$)와 타깃 영상의 x 값 그리고, 폴리노미얼의 계수 $a_{00} \sim a_{21}$ 를 입력받아 다음의 역방향 매핑 함수($u=U(x,y)=a_{00}+a_{01}y+a_{02}y^2+a_{10}x+a_{11}xy+a_{12}xy^2+a_{20}x^2+a_{21}x^2y$)에 적용하여 소스 영상의 좌표 u 를 구하는 u 좌표 산출부와, 상기 좌표 u 중 정수 부분 u_{int} 는 어드레스로 출력하고, 소수 부분 $\alpha(\alpha=u-u_{int})$ 은 보간 계수로 출력하는 어드레스 및 보간 계수 검출부와, 상기 어드레스에 저

장된 소스 영상의 데이터를 출력하는 메모리와, 상기 보간 계수로 상기 메모리에서 출력되는 데이터를 보간하여 수평 워핑된 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 을 출력하는 보간부로 구성되는 것을 특징으로 한다.

<49> 상기 수직 워핑 처리부는 역방향 매핑 함수 $v=V(x,y)$ 를 상기 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 에 적용($I_{int}(x,V(x,y))$)하고, 타깃 영상의 x,y 값과 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 그리고, 상기 단계의 매핑 함수($I_{int}(x,V(x,y))$)를 다음의 역방향 매핑 함수 ($v=V(x,y)=b_{00}+b_{01}y+b_{02}y^2+b_{10}x+b_{11}xy+b_{12}xy^2+b_{20}x^2+b_{21}x^2y$)에 적용하여 소스 영상의 좌표 v 를 구하는 v 좌표 산출부와, 상기 좌표 v 중 정수 부분 v_{int} 는 어드레스로 출력하고, 소수 부분 $\alpha(\alpha=v-v_{int})$ 은 보간 계수로 출력하는 어드레스 및 보간 계수 검출부와, 상기 어드레스에 저장된 중간 영상의 데이터를 출력하는 메모리와, 상기 보간 계수로 상기 메모리에서 출력되는 데이터를 보간하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상 $I_{tgt}(x,y)$ 을 출력하는 보간부로 구성되는 것을 특징으로 한다.

<50> 본 발명의 다른 목적, 특징 및 잇점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

<51> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성과 그 작용을 설명하며, 도면에 도시되고 또 이것에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 적어도 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 상기한 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.

<52> 통상 영상 디스플레이 장치에서 광학적 또는 기계적 요인에 의하여 발생하는

영상의 왜곡을 보정하기 위해서는 기하학적인 공간 변환이 필요하다. 이때, 소스 영상(source image)의 좌표를 (u,v), 타겟 영상(target image)의 좌표를 (x,y)로 표현할 때, 공간 변환에 사용하는 역방향 매핑 함수는 다음의 수학적 식 4와 같은 폴리노미얼의 형태를 갖는다.

<53>
$$u = U(x,y) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^{N-1} a_{ij} x^i y^j$$

【수학적 식 4】
$$v = V(x,y) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^{N-1} b_{ij} x^i y^j$$

<54> 여기서, a_{ij} , b_{ij} 는 폴리노미얼의 계수를 나타내고, N은 폴리노미얼의 차수(order)를 나타낸다. 이때, 상기 폴리노미얼의 차수가 커질수록 표현할 수 있는 왜곡의 형태는 많아지는 반면, 폴리노미얼의 계수가 증가함으로써 알고리즘의 복잡도 및 구현 비용이 증가한다.

<55> 그리고, 디스플레이 장치에 흔히 존재하는 왜곡의 유형은 도 4와 같다. 폴리노미얼의 차수에 따라 보정(correction) 가능한 왜곡은 다음과 같다.

<56> . 1 차 : 쉬프팅(shifting)(도 4a 참조), 스케일링(scaling)(도 4b 참조), 수평, 수직 스큐(skew)(도 4c, 도 4d 참조), 틸트(tilt)(도 4f 참조)

<57> . 2 차 : 키스톤(keystone)(도 4e 참조)

<58> . 3 차 : 핀쿠션(pincushion)(도 4g 참조), 배럴(barrel)(도 4h 참조)

<59> 따라서, 도 4에 나타난 왜곡의 유형을 보정하기 위해서는 최소 3차 이상의 폴리노미얼을 사용해야 함을 알 수 있다.

<60> 한편, 본 발명에서 제안하는 역방향 매핑 함수의 스캔라인 알고리즘은 다음과 같이 3단계로 수행된다.



- <61> . 단계1 : 상기 수학식 4의 $v=V(x,y)$ 로부터 소스 영상의 수직 좌표 v 를 상수로 놓고 타깃 영상의 수직 좌표 y 에 대한 해를 구하면 보조함수 $H_v(x)$ 가 유도된다. 즉, $y=H_v(x)$ 이다.
- <62> . 단계2 : 단계 1에서 구한 보조함수 $H_v(x)$ 를 상기 수학식 4의 첫번째 함수에 적용하면, $u=U(x, H_v(x))$ 로서, x 만의 함수로 표현된다. 이 매핑 함수를 이용하여 다음의 수학식 5와 같이 수평 위핑된 중간영상 I_{int} 을 만든다.
- <63> **【수학식 5】** $I_{int}(x,v) = I_{src}(U(x,H_v(x)),v) = I_{src}(u,v)$
- <64> . 단계3 : 상기 수학식 5와 같이 수평 위핑된 영상에 상기 수학식 4의 두번째 함수 $v=V(x,y)$ 를 이용하여 다음의 수학식 6과 같이 수평, 수직 위핑된 영상을 만든다.
- <65> **【수학식 6】** $I_{igt}(x,y) = I_{int}(x,V(x,y)) = I_{int}(x,v)$
- <66> 즉, 타깃 영상의 x 값을 이용하여 소스 영상의 u 위치를 찾은 후 소스 영상의 u 위치의 데이터를 타깃 영상의 x 위치에 매핑한다. 그리고 나서, 타깃 영상의 x,y 값을 이용하여 소스 영상의 v 위치를 찾은 후 v 위치의 데이터를 가져와 타깃 영상의 y 위치에 매핑한다. 그러면, 수평, 수직 위핑된 데이터를 얻을 수 있다.
- <67> 여기서 수평, 수직 위핑의 순서를 바꿀 수 있다.
- <68> 본 발명에서 제안하는 스캔라인 알고리즘과 상기 수학식 1로 표현되는 전역 매핑 함수로부터 구체적인 영상 위핑 구현 방법은 다음과 같다.

<69> 제 1 실시예

- <70> 상기 수학식 4로부터 3차 폴리노미얼을 풀어 쓰면 다음의 수학식 7과 같다.

<71>
$$u = U(x, y) = a_{00} + a_{01}y + a_{02}y^2 + a_{03}y^3 + a_{10}x + a_{11}xy + a_{12}xy^2 + a_{20}x^2 + a_{21}x^2y + a_{30}x^3$$

【수학식 7】
$$v = V(x, y) = b_{00} + b_{01}y + b_{02}y^2 + b_{03}y^3 + b_{10}x + b_{11}xy + b_{12}xy^2 + b_{20}x^2 + b_{21}x^2y + b_{30}x^3$$

<72> 상기 수학식 7에서 3제곱 항은 도 4에 도시한 유형의 왜곡 보정에는 불필요하기 때문에 이를 제거하면 다음의 수학식 8과 같이 단축된 매핑 함수를 얻는다.

<73>
$$u = U(x, y) = a_{00} + a_{01}y + a_{02}y^2 + a_{10}x + a_{11}xy + a_{12}xy^2 + a_{20}x^2 + a_{21}x^2y$$

【수학식 8】
$$v = V(x, y) = b_{00} + b_{01}y + b_{02}y^2 + b_{10}x + b_{11}xy + b_{12}xy^2 + b_{20}x^2 + b_{21}x^2y$$

<74> 이때, 보조 함수를 계산하기 위하여 상기 수학식 8의 두번째 식에서 v 를 상수로 놓고 y 에 대해서 정리하면 다음의 수학식 9와 같은 2차 함수로 표현된다.

<75>
$$Ay^2 + By + C = 0$$

여기서
$$\begin{cases} A = b_{02} + b_{12}x \\ B = b_{01} + b_{11}x + b_{21}x^2 \\ C = b_{00} + b_{10}x + b_{20}x^2 - v \end{cases}$$

【수학식 9】

<76> 근의 공식으로부터, 상기 수학식 9의 y 는 다음의 수학식 10과 같이 구할 수 있다.

<77> 【수학식 10】
$$y = H_v(x) = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

<78> 여기서 다음과 같이 3가지의 종류의 근이 존재할 수 있는데, 각 경우에 있어서 처리 방법을 달리해야 한다.

<79> 경우1) 두개의 실근이 존재하는 경우($B^2 > 4AC$) : 두개의 근

<80>
$$y^+ = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, y^- = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

<81> 중에 하나를 임의로 선택하여 사용한다.

1020030006730

<82> 경우2) 한 개의 실근이 존재하는 경우 ($B^2=4AC$) : 근은 $y=\frac{-B}{2A}$ 이다.

<83> 경우3) 두 개의 허근이 존재하는 경우 ($B^2<4AC$) : 두개의 근은

$$<84> \quad y^+ = \frac{-B+i\sqrt{4AC-B^2}}{2A}, \quad y^- = \frac{-B-i\sqrt{4AC-B^2}}{2A}$$

<85> 이 된다. 이때, 실제적으로 허수 값을 갖는 좌표는 존재하지 않으므로 상기 식에서 허수 항을 무시하면 경우 2와 같은 근이 얻어진다.

<86> 상기와 같이 보조 함수 $y=H_v(x)$ 가 계산된 이후에는 상기 수학식 5, 수학식 6을 각각 이용하여 수평, 수직으로 공간 변환을 수행한다. 이때, 변환 함수에 의해서 매핑된 좌표는 일반적으로 소스 영상의 화소 샘플에 위치하지 않으므로 주위 화소를 이용한 보간(interpolation) 기법을 사용하여 매핑된 좌표의 화소 값을 계산한다.

<87> 도 5는 수평 위평 처리 장치의 구성 블록도를, 도 6은 수직 위평 처리 장치의 구성 블록도를 나타낸다. 영상의 중심을 좌표의 원점으로 하고 소스 영상의 크기를 $W_{src} \times H_{src}$, 타깃 영상의 크기를 $W_{tgt} \times H_{tgt}$ 라 하면, 수평 위평 처리기의 입력 좌표 v, x 는 각각 $[-\frac{H_{src}}{2}, \frac{H_{src}}{2}]$, $[-\frac{W_{tgt}}{2}, \frac{W_{tgt}}{2}]$ 의 범위를 갖는 정수(integer number)이다. 수평 위평 처리기로부터 계산된 좌표 u 는 실수(real number)가 된다. 여기서 정수 부분 u_{int} 는 메모리에서 데이터를 읽을 위치를 지정하는 어드레스로 사용하고, 소수 부분 α 은 보간 계수로 사용한다.

<88> 먼저, 도 5의 수평 위평 처리 장치를 보면 부호 501, 502를 보조함수 산출부라 하며, 부호 501에서는 수평 방향으로 스캔된 타깃 영상의 x 그리고, 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 를 입력받아, v 를 상수로 놓고 상기된 수학식 9와 같이 y 에 대해서 정리하여 2차 함수로 표현한다(

즉, $Ay^2+By+C=0$). 그리고, 부호 502에서는 근의 공식을 이용하여 y 에 대한 해 즉, 보조 함수를 상기 수학적식 10과 같이 구하여($y=H_v(x)$), u 좌표 산출부(503)로 출력한다.

<89> 그리고, 상기 u 좌표 산출부(503)에서는 상기 보조 함수를 수학적식 4의 첫 번째 함수에 적용하여 즉, x 와 $a_{00} \sim a_{21}$ 그리고, 상기 수학적식 10에서 구한 y 값을 입력받아 소스 영상의 좌표 u 를 구한 후 어드레스 및 보간 계수 검출부(504)로 출력한다. 상기 어드레스 및 보간 계수 검출부(504)는 상기 좌표 u 중 정수 부분 u_{int} 는 메모리(505)에서 데이터를 읽을 위치를 지정하는 어드레스로 출력되고, 소수 부분 α ($\alpha=u-u_{int}$)은 보간부(506)에 보간 계수로 출력된다.

<90> 상기 메모리(505)는 입력된 어드레스(addr)에 저장된 소스 영상의 데이터 $I_{src}(u_{int},v)$ 를 보간부(506)로 출력하고, 상기 보간부(506)는 어드레스 및 보간 계수 검출부(504)에서 출력되는 보간 계수 α 로 상기 메모리(505)에서 출력되는 소스 영상의 데이터 $I_{src}(u_{int},v)$ 를 보간하여 상기 수학적식 5와 같이 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 를 출력한다.

<91> 여기서, 상기 수학적식 5의 변환 함수에 의하여 매핑된 좌표는 일반적으로 소스 영상의 화소 샘플 u 에 위치하지 않으므로 보간부(506)에서 주위 화소를 이용한 보간(interpolation) 기법을 사용하여 매핑된 좌표의 화소 값을 계산한다.

<92> 도 7은 이러한 보간법 중의 하나로서, 양선형 보간(bilinear interpolation)을 사용하는 경우를 도시한 것이다.

<93> 즉, 도 7의 양선형 보간은 하기의 수학적식 11과 같이 표현할 수 있다.

<94> **【수학적식 11】** $I_{int}(x,v) = (1-\alpha)I_{src}(u_{int},v) + \alpha I_{src}(u_{int}+1,v)$

- <95> 만일, 도 5의 수평 워핑 영상 처리 장치가 먼저 수행된다면, 상기 수평 워핑된 중간 영상은 메모리에 저장된다. 이후 상기 메모리에 저장된 중간 영상은 수직 방향으로 스캔된 후 역방향 매핑 함수에 적용되어 최종적으로 수평, 수직 워핑된 타깃 영상이 만들어진다.
- <96> 따라서, 도 6의 수직 워핑 영상 처리를 보면, v 좌표 산출부(601)는 메모리에 저장된 중간 영상을 수직 방향으로 스캔하고, 타깃 영상의 x, y 그리고, 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 를 입력받아, 상기된 수학식 7에 적용하여 소스 영상의 좌표 v 를 구한 후 어드레스 및 보간 계수 검출부(602)로 출력한다. 상기 어드레스 및 보간 계수 검출부(602)는 상기 좌표 v 중 정수 부분 v_{int} 는 메모리(603)에서 데이터를 읽을 위치를 지정하는 어드레스로 출력되고, 소수 부분 α ($\alpha = v - v_{int}$)은 보간부(604)에 보간 계수로 출력된다.
- <97> 상기 메모리(603)는 입력된 어드레스(addr)에 저장된 중간 영상의 데이터 $I_{int}(x, v_{int})$ 를 보간부(604)로 출력하고, 상기 보간부(604)는 어드레스 및 보간 계수 검출부(603)에서 출력되는 보간 계수 α 로 상기 메모리(603)에서 출력되는 중간 영상의 데이터 $I_{int}(x, v_{int})$ 를 보간하여 상기 수학식 6과 같이 타깃 영상 $I_{tgt}(x, y)$ 를 출력한다.
- <98> 마찬가지로, 상기 수학식 6의 변환 함수에 의하여 매핑된 좌표는 일반적으로 소스 영상의 화소 샘플 v 에 위치하지 않으므로 보간부(604)에서 주위 화소를 이용한 보간(interpolation) 기법을 사용하여 매핑된 좌표의 화소 값을 계산한다.

<99> 제 2 실시예

<100> 상기된 제 1 실시예에서 비교적 많은 계산량과 하드웨어를 필요로 하는 것은 보조함수를 계산하는 부분이다. 여기에 약간의 근사화(approximation)를 허용하면 워핑 성능의 저하없이 많은 하드웨어 및 계산량을 절약할 수 있다.

<101> 즉, 상기 수학식 9의 2차 함수에서 대부분의 경우에 A는 B,C에 비하여 매우 작은 값을 갖는다. 이 사실을 이용하면 상기 수학식 9는 다음의 수학식 12와 같이 1차 함수로 근사화될 수 있다.

<102>
$$By + C = 0$$

【수학식 12】 여기서
$$\begin{cases} B=b_{01}+b_{11}x+b_{21}x^2 \\ C=b_{00}+b_{10}x+b_{20}x^2-v \end{cases}$$

<103> 근의 공식으로부터, 상기 수학식 12의 y는 다음의 수학식 13과 같이 단순하게 구할 수 있다.

<104> 【수학식 13】
$$y = H_v(x) = \frac{C}{B}$$

<105> 상기와 같이 보조 함수 $y=H_v(x)$ 가 계산된 이후에는 상기된 수학식 5, 수학식 6을 각각 이용하여 수평, 수직으로 공간 변환을 수행한다.

【발명의 효과】

<106> 이상에서와 같이 본 발명에 따른 영상 워핑 방법 및 장치에 의하면, 역방향 변환 방식으로 스캔라인 알고리즘을 구현함으로써, 스캔라인 알고리즘을 단순화하고 구현 비용을 최소화하면서 프로젝션 TV, 프로젝터, 모니터 등의 디스플레이 장치에서 광학적 또는 기계적 변형에 의하여 발생하는 화면 왜곡 현상을 보정할 수 있다.



- <107> 즉, 본 발명은 역방향 매핑 방식을 사용하기 때문에 매핑되지 않는 화소 및 중복 매핑되는 화소가 발생되지 않으며, 또한 전역 변환 방식을 사용하기 때문에 적은 수의 파라미터로 전체 영상에 대한 불연속 없는 부드러운 공간 변환을 가능하게 한다. 따라서 별도의 후처리 과정이 필요없다.
- <108> 그리고, 스캔라인 알고리즘을 사용함으로써, 하드웨어 구현 측면에서 회로의 단순화 및 비용 절감뿐 아니라 효율적인 메모리 접근을 가능하게 한다.
- <109> 그러므로, 본 발명은 화면의 왜곡 보정이 필수적인 프로젝터, 모니터 뿐 아니라 프로젝션 TV에 적용시 가격과 성능면에서 경쟁력이 있게 된다.
- <110> 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.
- <111> 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

(a) 소스 영상의 좌표를 (u,v) , 타깃 영상의 좌표를 (x,y) 로 표현할 때 역방향 매핑 함수 $v=V(x,y)$ 로부터 소스 영상의 좌표 v 를 상수로 놓고 타깃 영상의 좌표 y 에 대한 해를 구하여 보조 함수($y=H_v(x)$)를 유도하는 단계;

(b) 상기 보조 함수($y=H_v(x)$)를 역방향 매핑 함수 $u=U(x,y)$ 에 적용하여 수평 워핑된 중간 영상을 만드는 단계; 그리고

(c) 상기 수평 워핑된 중간 영상을 $v=V(x,y)$ 에 적용하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상을 만드는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

다음의 역방향 매핑 함수

$$u=U(x,y)=a_{00}+a_{01}y+a_{02}y^2+a_{10}x+a_{11}xy+a_{12}xy^2+a_{20}x^2+a_{21}x^2y$$

$$v=V(x,y)=b_{00}+b_{01}y+b_{02}y^2+b_{10}x+b_{11}xy+b_{12}xy^2+b_{20}x^2+b_{21}x^2y$$

에서 $v=V(x,y)$ 의 v 를 상수로 놓고 y 에 대해 정리하여 하기의 수학식과 같이 2차 함수로 표현하는 단계와,

$$Ay^2 + By + C = 0$$

$$\text{여기서 } \begin{cases} A=b_{02}+b_{12}x \\ B=b_{01}+b_{11}x+b_{21}x^2 \\ C=b_{00}+b_{10}x+b_{20}x^2-v \end{cases}$$

근의 공식으로부터 상기 2차 함수의 y 값을 구하여 보조

함수($y = H_v(x) = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$)를 출력하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

$B^2 > 4AC$ 이면 y 에 대해 두개의 실근이 존재하며, 이 경우에는 두개의 근

$$y^+ = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, y^- = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

중에 하나를 임의로 선택하여 보조 함수로 출력하는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법

【청구항 4】

제 2 항에 있어서,

$B^2 = 4AC$ 이면 y 에 대해 한 개의 실근($y = \frac{-B}{2A}$)이 존재하며, 보조 함수로 $y = \frac{-B}{2A}$ 이 출력되는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.

【청구항 5】

제 2 항에 있어서,

$B^2 < 4AC$ 이면 y 에 대해 두 개의 허근이 존재하지만 실제로 허수 값을 갖는 좌표는 존재하지 않으므로 이때에는 보조 함수로 $y = \frac{-B}{2A}$ 이 출력되는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.



【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

다음의 역방향 매핑 함수

$$u = U(x, y) = a_{00} + a_{01}y + a_{02}y^2 + a_{10}x + a_{11}xy + a_{12}xy^2 + a_{20}x^2 + a_{21}x^2y$$

$$v = V(x, y) = b_{00} + b_{01}y + b_{02}y^2 + b_{10}x + b_{11}xy + b_{12}xy^2 + b_{20}x^2 + b_{21}x^2y$$

에서 $v = V(x, y)$ 의 v 를 상수로 놓고 y 에 대해 정리하여 하기의 수학적식과 같이 2차 함수로 표현하는 단계와,

$$By + C = 0$$

여기서 A 는 B, C 에 비하여 아주 작은 값을 가지며,

$$\begin{cases} A = b_{02} + b_{12}x \\ B = b_{01} + b_{11}x + b_{21}x^2 \\ C = b_{00} + b_{10}x + b_{20}x^2 - v \end{cases}$$

상기 2차 함수의 y 값을 구하여 보조 함수($y = H_v(x) = \frac{C}{B}$)로 출력하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

타깃 영상의 x 값과 폴리노미얼의 계수 $a_{00} \sim a_{21}$ 그리고, 상기 (a) 단계의 $y = H_v(x)$ 값을 입력받아 다음의 역방향 매핑 함수 ($u = U(x, y) = a_{00} + a_{01}y + a_{02}y^2 + a_{10}x + a_{11}xy + a_{12}xy^2 + a_{20}x^2 + a_{21}x^2y$)에 적용하여 소스 영상의 좌표 u 를 구하는 단계와,

상기 단계의 좌표 u 의 데이터에 보간을 수행하여 수평 워핑된 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 을 만드는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

상기 $v=V(x,y)$ 를 상기 (b) 단계의 중간 영상 $I_{int}(x,v)$ 에 적용($I_{int}(x,V(x,y))$)하는 단계와,

타깃 영상의 x,y 값과 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 그리고, 상기 단계의 매핑 함수($I_{int}(x,V(x,y))$)를 다음의 역방향 매핑 함수($v=V(x,y)=b_{00}+b_{01}y+b_{02}y^2+b_{10}x+b_{11}xy+b_{12}xy^2+b_{20}x^2+b_{21}x^2y$)에 적용하여 소스 영상의 좌표 v 를 구하는 단계와,

상기 단계의 좌표 v 의 데이터에 보간을 수행하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상 $I_{tgt}(x,y)$ 을 만드는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 영상 워핑 방법.

【청구항 9】

소스 영상의 좌표를 (u,v) , 타깃 영상의 좌표를 (x,y) 로 표현할 때 수평 스캔된 타깃 영상의 x 값과 폴리노미얼의 계수 $b_{00} \sim b_{21}$ 를 입력받고, v 를 상수로 놓은 후 타깃 영상의 좌표 y 에 대한 해를 구하여 보조 함수($y=H_v(x)$)를 유도한 후 상기 보조 함수($y=H_v(x)$)를 역방향 매핑 함수 $u=U(x,y)$ 에 적용하여 수평 워핑된 중간 영상을 만드는 수평 워핑 처리부;

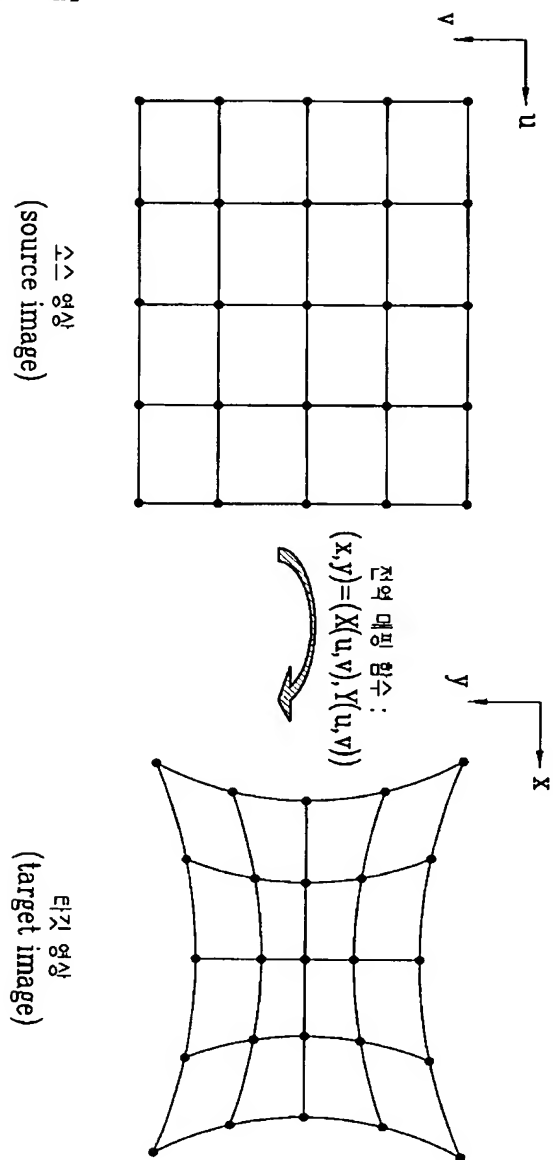
상기 수평 워핑 처리부의 수평 워핑된 중간 영상을 저장하는 메모리; 그리고

상기 메모리에 저장된 수평 워핑된 중간 영상을 수직방향으로 스캔한 후 역방향 매핑 함수 $v=V(x,y)$ 에 적용하여 수평, 수직 워핑된 타깃 영상을 만드는 수직 워핑 처리부를 포함하여 구성되는 특징으로 하는 영상 워핑 장치.

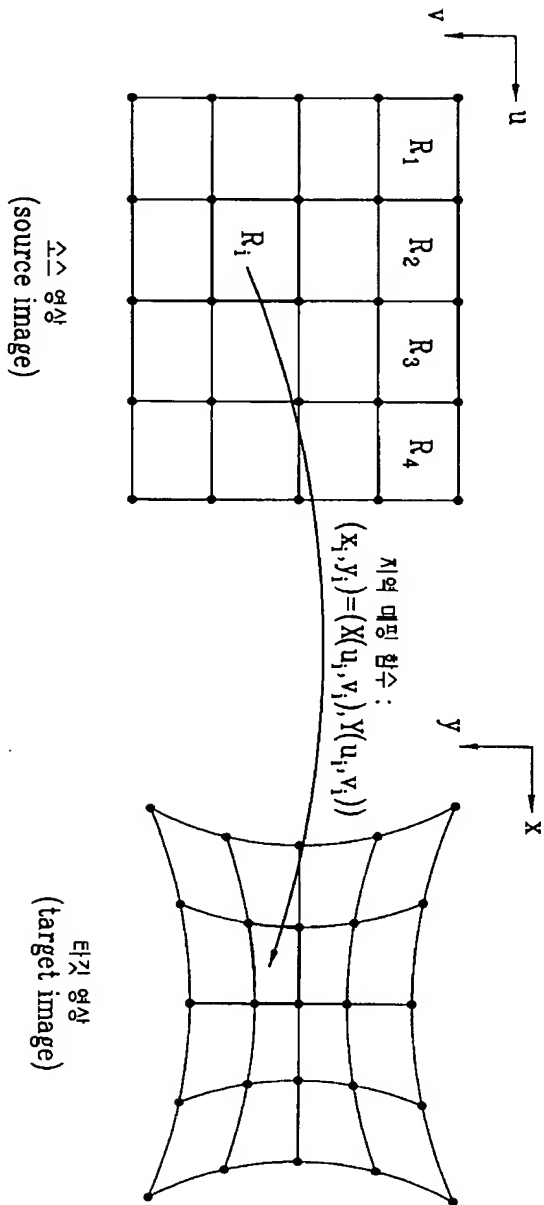


【도면】

【도 1a】

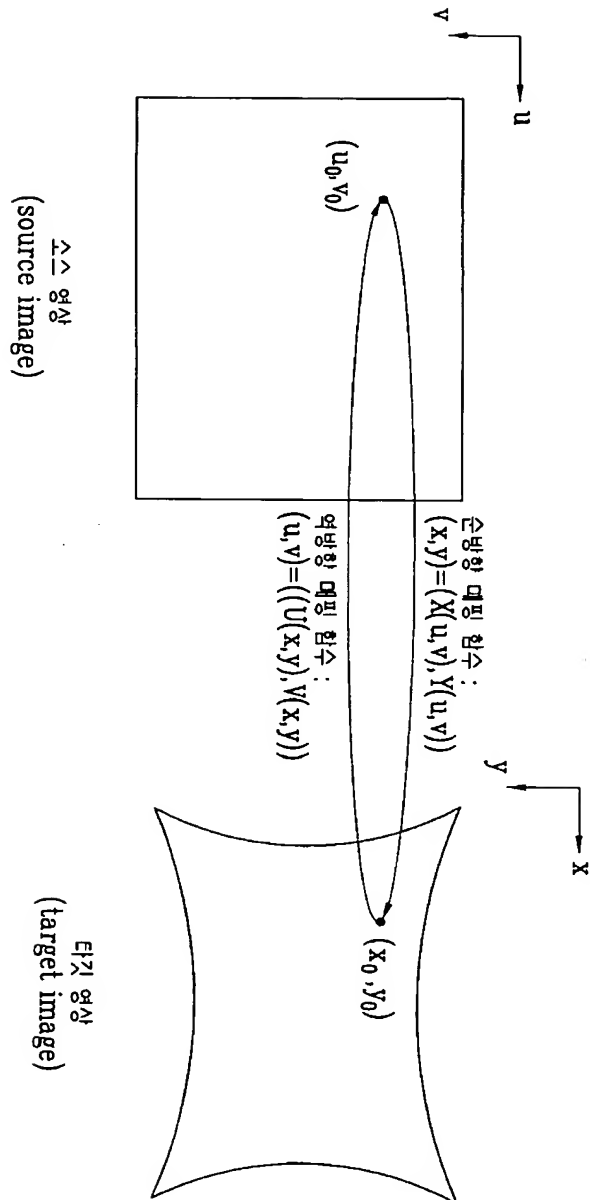


【도 1b】

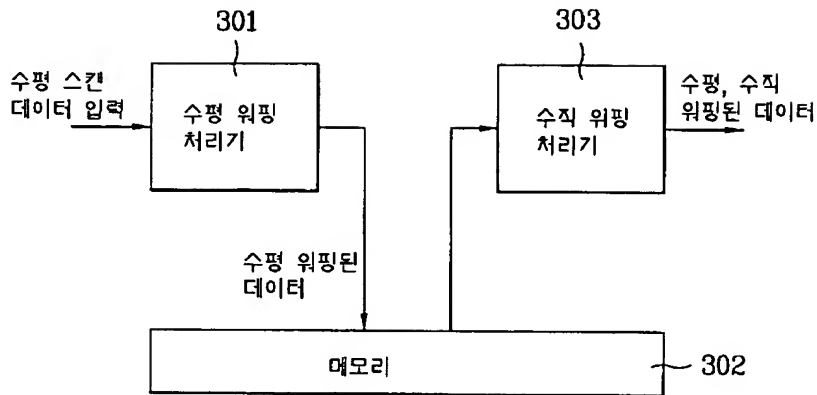




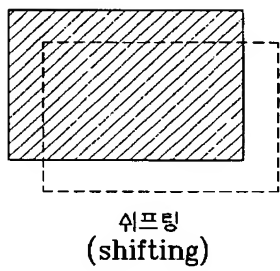
【도 2】



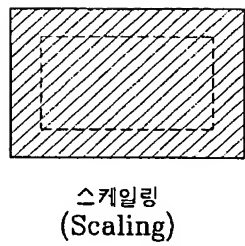
【도 3】



【도 4a】



【도 4b】

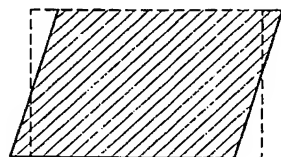




1020030006730

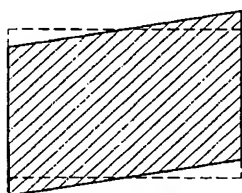
출력 일자: 2004/3/17

【도 4c】



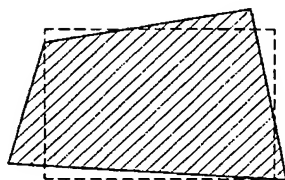
수평 스큐
(Horizontal Skew)

【도 4d】



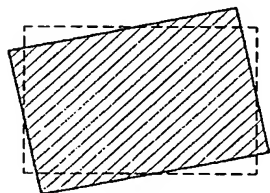
수직 스큐
(Vertical Skew)

【도 4e】



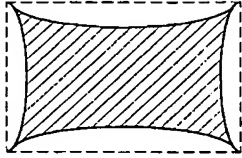
키스톤
(Keystone)

【도 4f】



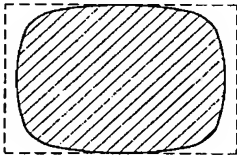
틸트
(Tilt)

【도 4g】



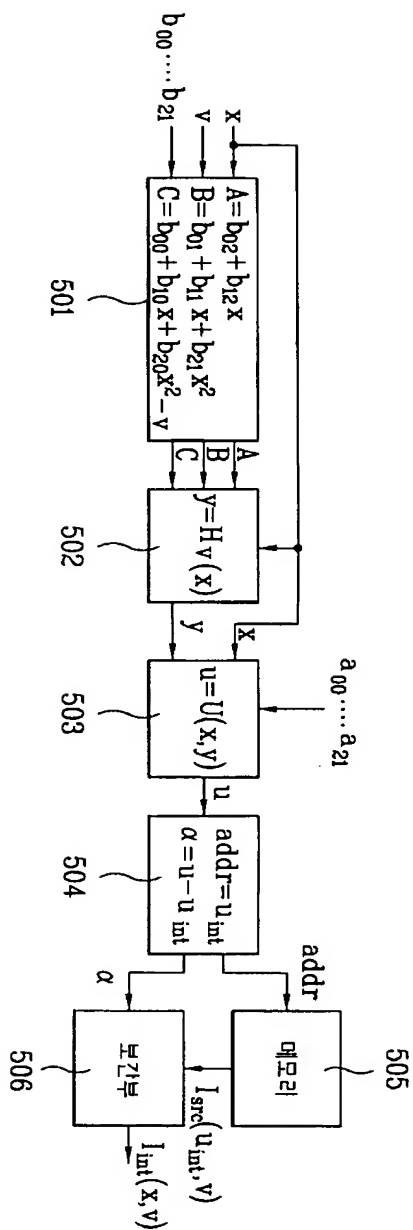
핀쿠션
(Pincushion)

【도 4h】

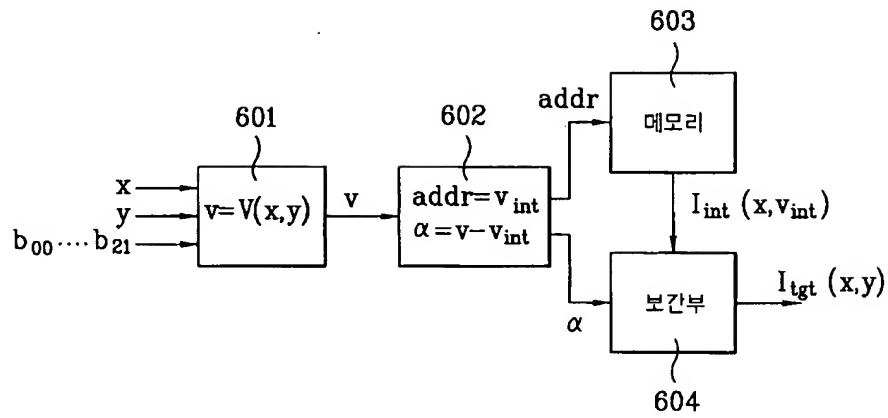


배럴
(Barrel)

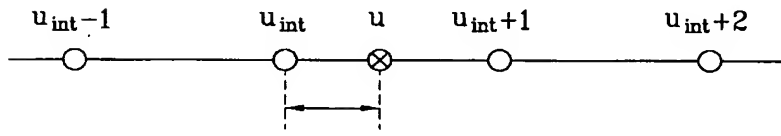
【도 5】



【도 6】



【도 7】



Bilinear Interpolation:

$$I_{\text{int}}(u, v) = (1 - \alpha) I_{\text{src}}(u_{\text{int}}, v) + \alpha I_{\text{src}}(u_{\text{int}} + 1, v)$$